

vazioni morfologiche sopra taluni organi della Lemna minor, mémoires accompagnés de onze planches lithographiées, et imprimés à Naples en 1856.

M. Gay, en présentant ces mémoires, fait remarquer qu'ils sont l'œuvre d'un de nos confrères qui vient d'être proclamé membre de la Société, et en même temps un bon exemple donné à l'Italie méridionale, où les études microscopiques sur le règne végétal avaient été bien peu pratiquées jusqu'à ce jour. Ici, en effet, il s'agit principalement des poils des racines, étudiés dans leur nature et leurs fonctions, sous le microscope d'Amici, à un grossissement d'environ 180 diamètres. L'auteur s'applique à distinguer ces organes des poils aériens, et c'est en raison de leur faculté principale, l'absorption, qu'il les désigne sous le nom de *suçoirs*, quoiqu'il ne leur refuse point une fonction excrétoire.

M. de Schœnefeld, secrétaire, donne lecture de la communication suivante, adressée à la Société :

RECHERCHES NOUVELLES SUR LA CAUSE DU MOUVEMENT SPIRAL DES TIGES VOLUBILES,
par M. **Isidore LÉON**.

TROISIÈME PARTIE (1).

Dans un mémoire publié en 1824 (2), Dutrochet signala dans les tiges une disposition très importante, jusqu'alors restée inaperçue : c'est que dans la médulle centrale, supérieure en volume à la médulle corticale, les cellules, grandes au centre, vont en décroissant de grandeur vers le dehors ; tandis que, dans la médulle corticale ou enveloppe herbacée, on observe deux ordres inverses de décroissement de grandeur dans l'assemblage des cellules composantes (3). Dans un point quelconque de l'épaisseur de cette médulle corticale, se trouvent les cellules les plus grandes. A partir de ce point, les cellules vont en décroissant de grandeur vers le dehors et vers le dedans. Mais tantôt on voit prédominer, dans la médulle corticale des tiges, la couche cellulaire dont les cellules décroissent de grandeur du dedans vers le dehors, ainsi que cela a lieu dans la tige du Haricot (4) ; tantôt, et c'est le cas le plus général, on voit prédominer la couche cellulaire décroissant du dehors vers le dedans (5). L'organisation de cette médulle corti-

(1) Voyez la première partie, plus haut, p. 351, et la deuxième partie, p. 610.

(2) *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux*, Paris, 1837 (*De la direction opposée des tiges et des racines*), t. II, p. 1.

(3) Dutrochet, *Mémoires, etc.* (*De l'accroissement des végétaux*), t. I, p. 151.

(4) *Id.*, *ibid.*, pl. XVII, fig. 2.

(5) *Id.*, *ibid.*, pl. XVIII, fig. 4.

cale, telle que la présente la tige du Haricot (1), appartient spécialement aux tiges grimpantes et volubiles (2).

Il résulte de cette organisation inverse que présentent ordinairement les deux systèmes cortical et central, qu'étant isolés l'un de l'autre et divisés en lanières longitudinales, ces lanières, quand elles appartiennent au système cortical, doivent tendre à se courber en dedans ; et quand elles appartiennent au système central, doivent tendre à se courber en dehors. C'est effectivement ce que l'expérience démontre (3).

D'après ces données, la rectitude du caudex végétal est le résultat de l'équilibre parfait de toutes les tendances concentriques à l'incurvation. Cette incurvation des deux systèmes dépend : 1° de la grandeur décroissante de leurs cellules composantes, qui offrent d'un côté *de la capacité en plus*, et de l'autre *de la capacité en moins* ; 2° de ce que les cellules, contenant un liquide organique d'une densité quelconque, exercent l'endosmose implétive lors de l'accession de l'eau, et l'endosmose dépletive lors de l'accession extérieure d'un liquide plus dense que celui qu'elles contiennent (4).

Voilà, selon Dutrochet, les conditions fondamentales des incurvations spontanées qu'affectent les caudex végétaux.

Si, chez les plantes grimpantes ou volubiles, l'écorce tend à se courber en dehors (5), Dutrochet démontre que cela tient à ce que la couche extérieure de leur médulle corticale, dont les cellules décroissent de grandeur du dedans vers le dehors, l'emporte en volume sur la couche intérieure de cette même médulle corticale dont les cellules décroissent de grandeur du dehors vers le dedans. Ici l'incurvation en dehors du système cortical est congénère de l'incurvation également en dehors du système central.

L'habile observateur, dont l'intention était alors d'expliquer les mouvements de recherche et de fuite de la lumière (6) que paraissent exécuter les végétaux, objecte (et j'en ferai aussi un argument contre sa théorie de la volubilité) que ce ne sera plus *dans l'excès d'accroissement ou d'allongement* d'un des côtés de la tige qu'il faudra chercher désormais la cause de son inflexion vers la lumière ou dans le sens opposé ; mais dans la considération des tendances diverses à l'incurvation que possèdent les diverses parties constituantes de cette tige, et dans la considération de l'influence qu'exerce la lumière sur ces incurvations naturelles pour les affaiblir ou pour les fortifier.

(1) Dutrochet, *Mémoires, etc.*, pl. XVII, fig. 2.

(2) Id., *ibid.*, t. II, p. 83. (*Recherche et fuite de la lumière.*)

(3) Id., *ibid.*, t. II, p. 13. (*Direction des tiges, etc.*)

(4) Id., *ibid.*, t. II, p. 13, et t. I, p. 1. (*De l'endosmose.*)

(5) Id., *ibid.*, t. II, p. 24. (*De la direction opposée des tiges et des racines.*)

(6) Id., *ibid.*, t. II, p. 75.

Il a reconnu, en effet, que ces incurvations s'effectuent par l'action de deux tissus différents par leur texture comme par le principe de leur action : le tissu cellulaire et le tissu fibreux.

Le tissu cellulaire, à cellules décroissantes de grandeur, se courbe par impléation de liquide ou par endosmose.

Le tissu fibreux, à fibres décroissantes de grosseur, se courbe par impléation d'oxygène ; mais ce tissu ne possède cette propriété qu'à l'état naissant ; il la perd en acquérant de la solidité (1).

L'expérience fait voir que le tissu fibreux naissant, tel qu'il existe dans les tiges ou rameaux très jeunes, est incurvable par oxygénation.

L'action de la lumière produit cet oxygène gazeux. Elle a encore un effet dont il faut tenir compte ; elle augmente la fixation du carbone et la transpiration végétale ; elle doit donc diminuer la turgescence cellulaire et accroître la solidité des tissus [plus sur le côté de la tige qu'elle frappe directement que sur le côté opposé. L'action de la lumière diminuera la force d'incurvation cellulaire et augmentera en même temps la force d'incurvation fibreuse dans le côté qu'elle frappe directement.

Que l'incurvation en dehors du tissu cellulaire cortical soit affaiblie sur un seul côté de la tige par l'augmentation de la transpiration que produit la lumière, le tissu cellulaire central, qui tend de même à se courber en dehors, se trouvera privé sur ce seul côté d'une force auxiliaire ; plus fort, le côté opposé courbera la tige à l'opposé de l'afflux de la lumière (2).

Il faut pour cet effet que le tissu fibreux ait assez peu de volume pour que l'augmentation d'incurvation par oxygénation soit inférieure à la diminution de l'action d'incurvation par endosmose que produit en même temps la lumière dans le tissu cellulaire cortical.

Ces faits étaient considérables ; je compris tout le parti que je pouvais en tirer pour établir l'importance de la texture des tissus dans le phénomène de l'enroulement. Frappé du rôle que jouaient la nature de ces tissus et la disposition de leurs éléments dans les mouvements d'incurvation si variés et si communs chez les végétaux (3), je me persuadai qu'il n'y avait que quelques faits de détail à ajouter aux ingénieuses observations de Dutrochet, pour expliquer les mouvements de torsion et de spirauté des tiges volubiles. Ces mouvements me parurent dépendre de toutes les causes qui déterminent l'incurvation, unies à quelque particularité de l'organisation qui avait échappé à l'ingénieur physiologiste.

(1) Dutrochet, *Mémoires, etc.*, t. I, p. 503.

(2) Id., *ibid.*, t. II, p. 85.

(3) Id., *ibid.*, t. I, neuvième et dixième mémoires (*Mouvements des végétaux ; Du réveil et du sommeil des plantes*). — Duchartre, *Observations anatomiques et organographiques sur la Clandestine d'Europe* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, décembre 1843, p. 1331).

Toutes mes recherches eurent dès lors pour objet de découvrir cette mystérieuse ordonnance des tissus, qui, sous l'influence des forces vitales, donnait aux courbures des axes cette direction excentrique, soit à gauche, soit à droite, d'où résultait l'enroulement spiralé.

J'examinai au microscope, avec le soin le plus minutieux, des coupes nombreuses et variées dans tous les sens, des tiges de la plupart des espèces volubiles de nos climats. Tout ce qu'il me fut possible de voir et de noter, c'est que, outre la proportion d'épaisseur des couches et l'ordre décroissant des mailles des tissus aperçus par Dutrochet dans la coupe transversale des tiges, il y a, dans le sens latéral et sur une même ligne circulaire quelconque dont l'axe serait le centre, des inégalités sensibles dans le volume respectif des fibres et des cellules. Cette inégalité se retrouve dans une coupe longitudinale par lignes parallèles à l'axe.

Tout le monde a sans doute aperçu cette irrégularité de volume entre les fibres ou les cellules d'une même coupe; elle est reproduite dans toutes les planches d'anatomie végétale, sans qu'on ait accordé jusqu'ici à ce fait vulgaire aucune attention.

Je supposai d'abord une certaine régularité dans la disposition de ces cellules plus grandes: mais quel que fût l'aspect sous lequel je les examinai, il me fut impossible de découvrir aucun ordre apparent dans leur distribution. Il suffit d'admettre que, tantôt par une cause fortuite, tantôt par une cause organique, les grosses cellules disséminées parmi de plus petites sont plus nombreuses d'un côté que de l'autre d'une tige. Cette inégalité de distribution dans l'ensemble, dont il a été possible de démontrer ailleurs directement les proportions, parce qu'elle suit un ordre de gradation, est ici mise en évidence par les expériences que je vais rapporter.

Je voulus répéter les expériences de Dutrochet sur l'incurvation par endosmose de lanières de tiges volubiles; je pensais que si l'enroulement dérivait de la structure, je verrais ces lanières, pourvu qu'elles fussent assez étroites et minces, se courber, non pas en arc, comme l'avait observé Dutrochet, mais en spirale.

J'enlevai sur un jeune mérithalle de Liseron pourpre (*Convolvulus purpureus*) deux lanières opposées, l'une d'elles étant prise sur la même ligne et immédiatement au-dessous de l'insertion d'une feuille. Les ayant plongées dans l'eau, je les vis se courber fortement en dehors; puis, par un mouvement rapide, se tordre de côté et s'enrouler en tire-bouchon, l'une à gauche, l'autre à droite.

Ainsi l'incurvation est le premier mouvement d'endosmose implétive des fragments de tiges plongés dans l'eau; mais, lorsque le liquide a pénétré plus intimement dans le réseau des tissus, la turgescence des grosses cellules rompt l'équilibre des efforts et l'élasticité se manifeste.

Évidemment il y avait dans ce phénomène une cause analogue à celle qui

produit le mouvement primitif d'incurvation. Le mouvement spiral des tiges me parut dans le premier moment dépendre de cet enroulement partiel des lanières confondu dans la tige en un mouvement unique.

Je m'attachai d'autant plus fortement à cette opinion, qu'ayant coupé longitudinalement en deux moitiés des mérithalles de Houblon (*Humulus Lupulus*), de Renouée des buissons (*Polygonum dumetorum*) et de Liseron des haies (*Convolvulus sepium*), ces deux moitiés plongées dans l'eau s'enroulèrent en dehors en spirale, non dans deux sens opposés, mais constamment dans la direction normale propre à chaque espèce, seulement avec une énergie moindre pour l'une des moitiés.

Je répétai la première expérience. J'obtins à plusieurs reprises le même résultat, c'est-à-dire deux spirales de nom contraire, sur des lanières étroites de Haricot, de Renouée des buissons et de Liseron des haies. Je reconnus, après de nombreux essais, que le sens de l'enroulement n'avait rien de fixe et qui pût être prévu d'avance. Je remarquai, tout en tenant compte de la difficulté de faire des sections égales et absolument comparables, que les torsions étaient le plus souvent inverses pour deux lanières détachées sur deux côtés opposés de tiges à feuilles en spirale, et, par exemple, que la lanière détachée à l'opposite de l'insertion d'une feuille, et inférieurement, ne suivait pas constamment le sens normal de l'enroulement. En un mot, il arrivait que les deux lanières opposées se tortillaient dans le même sens, ou qu'aucune des deux ne montrait plus de constance que l'autre à suivre le sens d'enroulement propre à la tige elle-même.

Pour m'assurer que les phénomènes observés étaient bien dus à l'endosmose, j'expérimentai dans l'eau gommée; les courbures se firent *en dedans* et les enroulements en sens contraire de celui contracté dans l'eau.

Cette incurvation en dehors, avec enroulement presque toujours en sens contraire, mais variable, des lanières détachées de parties opposées d'un même mérithalle, comme l'incurvation aussi en dehors des deux moitiés d'un mérithalle, constitue un fort argument contre la théorie qui attribue à l'inégalité de croissance en longueur des deux moitiés de tige le phénomène de l'enroulement des espèces volubiles. Au lieu d'une spirale unique, on en obtient autant que de divisions de l'axe avec des directions inverses, et cette multiplicité de spirales à tendances contraires déroute aussi l'hypothèse d'un dépôt spiral de la substance nutritive.

On ne peut expliquer la torsion spirale des lanières autrement que par l'endosmose implétive des tissus à cellules de grosseurs inégales dans le sens latéral et courbant dès lors l'ensemble par le côté où l'endosmose a le plus d'énergie, suivant une projection excentrique qui, se propageant de proche en proche par une impulsion irrésistible, décrit une spirale dont la régularité tient à un degré d'élasticité uniforme dans toute l'étendue des lanières.

Le rôle de cette inégalité de volume des cellules me paraît mis hors de doute par les expériences rapportées. Les parties les plus jeunes d'une tige sont celles où dominant les grosses cellules; mais il y a un tel arrangement harmonique dans leur distribution, que la rupture de l'équilibre, bien qu'énergique dès qu'elle se déclare, résulte d'une infime quantité en plus ou en moins dans le volume respectif des cellules sur un même plan parallèle à l'axe.

Ces inégalités de grosseur des cellules semblent, dans la plus extrême division, se correspondre deux à deux sur deux lignes opposées.

Plus une lanière est mince, plus l'élasticité des cellules a de liberté; plus aussi se manifeste avec énergie la spirauté.

Cette tendance des lanières à l'enroulement est-elle, en définitive, la cause de l'enroulement des tiges volubiles ou seulement de leur torsion sur elles-mêmes?

Malgré l'apparence contraire, je suis convaincu que cette propriété des segments de tige de se tordre en spirale est la cause de la torsion des axes. Cela ressort de l'observation. En effet, la direction de l'enroulement des segments ou lanières de tige est instable; elle varie sur la même plante, sur le même méristhème, comme celle des vrilles, et ne pourrait pas expliquer la direction constante de la volubilité dans la plupart des cas.

La torsion des axes, au contraire, est très variable, et, le plus souvent, en sens inverse de la volubilité. Cette torsion n'est pas superficielle; elle apparaît même manifestement sur le corps ligneux chez certaines tiges droites parmi les arbres.

L'intensité de la torsion est en raison directe de la liberté que les tissus environnants laissent à la manifestation du phénomène. J'expliquerai ceci par un exemple: Les nervures des feuilles du Camélia du Japon (*Camellia japonica*) sont très élastiques. Cependant cette propriété ne peut être mise en évidence qu'en enlevant le parenchyme interposé; aussitôt libres, ces nervures s'enroulent en tire-bouchon. Sur la tige même, toutes les tendances à la torsion, gênées mutuellement par leur réunion en un faisceau, n'aboutissent qu'à une torsion de l'axe sur lui-même.

Le sens de la torsion des axes des tiges volubiles dépend donc d'une cause organique. Fréquemment en sens inverse de la volubilité, dans le Haricot d'Espagne cette torsion contraire est presque sans exceptions.

La direction du mouvement est due à la prédominance de l'endosmose sur un côté.

(La fin à la prochaine séance.)

M. Gris fait à la Société la communication suivante :